Возраст солнечной системы и гипотеза Геи

Большинству людей известны уникальные характеристики Земли, которые делают возможной жизнь на нашей планете. К числу таких характеристик относятся химический состав планеты и ее атмосферы, наклон земной оси, связь с Луной, траектория орбиты Земли и расстояние до Солнца.

Известно, что Солнцем управляет термоядерная реакция - источник энергии, достаточный для того, чтобы Солнце могло светить очень и очень долго. Расчеты показывают, что его хватит для поддержания нынешней яркости Солнца в течение примерно десяти миллиардов лет. Считается, что большинством звезд также управляют аналогичные ядерные реакции. Такое положение дел носит название главной последовательности - периода стабильности, который соответствует большей части долгой жизни звезды.

Предположим, что Солнце стало звездой главной последовательности с момента образования, то есть около 4,6 миллиардов лет назад. Этот период являет собой почти половину предполагаемого срока жизни Солнца; таким образом, Солнце на данный момент израсходовало около половины своего запаса энергии. А это означает, что примерно половина водорода в его ядре сменилась гелием. Смена химического состава приводит к изменению структуры ядра. Общая структура Солнца тоже должна была измениться, так что на сегодняшний день Солнце должно светить приблизительно на 40% ярче, чем 4,6 миллиарда лет назад.

Это неизбежно повлияло бы на температуру планет. Принято считать, что даже самые малые отклонения в яркости Солнца повлекут за собой трагические последствия для земного климата. 40% изменение яркости Солнца, таким образом, привело бы к перемене климата, сравнимой по масштабу с нынешними отличиями между Венерой, Марсом и Землей. Согласно теории эволюции, около четырех миллиардов лет назад, когда, как считается, жизнь на Земле только что зародилась, температура планеты была близка к нынешней. Но, в таком случае, последующее увеличение яркости Солнца должно было привести к такой жаре, при которой жизнь на Земле стала бы невозможна. Можно наивно предположить, что изначально на Земле было гораздо прохладней, а со временем потеплело. Но это невозможно. Геологи отмечают, что, по данным изучения горных пород, средняя температура Земли за последние четыре миллиарда лет не слишком изменилась; а биологи утверждают, что для развития и эволюции жизни необходима примерно постоянная средняя температура. Эту проблему и называют парадоксом "молодого слабого Солнца".

Неправдоподобность такого процесса побудила Лавлока выдвинуть гипотезу Геи. Согласно ей, биосфера (состоящая из земных океанов, атмосферы, коры и всех живых существ) представляет собой некий сверхорганизм, получившийся в ходе эволюции. Атмосфера изменилась, чтобы защитить развивающуюся жизнь от угрозы нарастающей яркости Солнца. Гипотеза Лавлока не завоевала всеобщего признания, преимущественно из-за того, что в ее основе лежит духовное начало. На самом же деле она вовсе не ведет к мистическому взгляду на мир.

Физические принципы, на которых основан парадокс молодого слабого Солнца, тверды и незыблемы, поэтому астрономы уверены в реальности этого эффекта. Следовательно, эволюционисты стоят перед выбором одного из двух возможных объяснений того, каким образом на Земле установилась почти постоянная температура вместо неуклонно нарастающего притока энергии. Одно из этих объяснений предлагает нам поверить, что путем случайных изменений атмосфера эволюционировала так, чтобы противостоять нагреванию. В лучшем случае это означает, что атмосфера прошла через целый ряд состояний неустойчивого равновесия или даже неравновесия. Нечто подобное происходит с живыми организмами под воздействием сложных систем регуляции, закодированных в ДНК. Смерть - процесс, при котором прекращаются сложные биохимические реакции, и клетки быстро достигают химического равновесия. Для атмосферы же подобный процесс немыслим - если исключить участие разумного замысла. Любой вид симбиоза или обратной связи с Солнцем совершенно исключен. Второе же объяснение предполагает, что некие жизненные силы провели атмосферу эволюционным путем через это испытание. Большинство ученых не могут и помыслить о том, чтобы высказать вслух телеологические или духовные выводы, которые могут отсюда последовать; однако же в физике существует соответствующее направление.

Конечно, есть и третий путь. Возможно, системе Земля-Солнце вовсе не миллиарды лет, и не было никакого 40% увеличения солнечной яркости. Если Земля была сотворена недавно, если разумный замысел создал ее атмосферу такой, какая она сейчас, если яркость Солнца существенно не менялась, то парадокс молодого слабого Солнца можно считать разрешенным. Хотя этот парадокс не свидетельствует о том, что Солнечной системе всего несколько тысяч лет, из него ясно следует, что ей гораздо меньше, чем десятки миллионов веков.

**Чудеса симбиоза**

В одном из своих «Очерков биолога-наблюдателя» профессор Льюис Томас, крупнейший американский биолог и популяризатор науки, рассказывает о поразительном микроскопическом существе, которое является опорой большого и сложного организованного мира.

Мир этот — австралийский термитник, обиталище того особого отряда насекомых, что строят в тропических лесах огромные, до пятнадцати метров высотой, конусообразные гнезда. Строят они их из древесины, которую жадно пожирают, разрушая окрестный лес. Точнее говоря, древесина является лишь исходным материалом для строительства; где-то в пищеварительном тракте маленького термита съеденная целлюлоза превращается в углеводороды, необходимые для жизнедеятельности термита, а отходы превращаются в крохотные, геометрически правильные и поразительно твердые лепешечки лигнина, из которых, собственно, и воздвигаются бесконечные стены, арки и своды запутанного лабиринта термитника.

Эта строительная деятельность термитов кажется удивительной уже сама по себе и не может не вызывать восхищения. Глядя на огромный конус термитника, почти невозможно убедить себя, что весь он воздвигнут из крохотных лепешечек, исторгнутых из миллионов микроскопических желудочков, которые непрерывно, день за днем, не зная устали, перерабатывают целлюлозу в лигнин. Так же трудно, пожалуй, глядя на какой-нибудь нью-йоркский небоскреб, убедить себя, что он построен из отдельных модулей, настолько цельным и огромным кажется этот гигант, слово отлитый весь целиком и сразу. Но попробуем заглянуть еще дальше в этот стройно организованный мир маленьких существ. Представим себе отдельного термита — насекомое величиной в несколько миллиметров; затем мысленно увеличим его так, чтобы нам стал видимым его микроскопический пищеварительный тракт; увеличим в воображении и его, а затем обшарим взглядом.

Мы увидим десятки и сотни еще более крохотных существ, обитающих в этих недрах и чем-то там энергично и хлопотливо занятых. Приблизим мысленно одно из них и тоже увеличим, чтобы разглядеть во всех подробностях.

В биологии существо это называется миксотриха. Оно настолько хорошо изучено, что о нем можно рассказать довольно многое. На первый взгляд, оно представляется обычным простейшим (одноклеточным) организмом, отличающимся разве что очень быстрыми и целеустремленными перемещениями с места на место. Скорость этого зигзагообразного перемещения миксотрихи в глубинах пищеварительного тракта термита делает ее подобной водяному паучку, стремительно скользящему по поверхности воды. Присмотревшись, можно, однако, увидеть, что миксотриха устремляется не куда угодно, а лишь в те места, где плавают кусочки проглоченной термитом древесины. Тут и выясняется, чем, собственно, занято это деятельное существо.

Оказывается, что глотает эти древесные кусочки, уже перетертые и тщательно пережеванные челюстями термита. И биологам сегодня уже известно, что оно глотает их затем, чтобы где-то в СВОИХ глубинах добавить к ним те ферменты, которые фактически и разлагают древесную целлюлозу на поддающиеся усвоению углеводороды и исторгаемый термитом лигнин. Иными словами, не сам термит, а десятки и сотни этих микроскопических существ, живущих в его пищеварительном тракте, осуществляют тот сложнейший биохимический процесс, что лежит в основе всей термитной жизни и всего термитного сообщества. Без этих крохотных миксотрих не было бы ни огромного термитника с его стенами, арками и сводами, ни тех «грибных ферм», которые культивируют в лесу термиты, ни переработки гнилой древесины этого леса в плодородный перегной, которой заняты растущие на «фермах» грибы, ни в конечном счете самих термитов.

Поэтому первоначальное утверждение нашего рассказа было в высшей степени обосновано: миксотрихи действительно являются опорой всего этого большого и сложно организованного термитного мира.

Однако самое поразительное еще впереди. Мысленно приблизив к своим глазам одну из микроскопических миксотрих и достаточно увеличив ее, мы обнаружим (в действительности это можно увидеть лишь с помощью электронного микроскопа), что те изящные реснички, которые выступают из ее боков, как весла на какой-нибудь галере, и так удивительно согласованно, в такт, поднимаются и опускаются, придавая миксотрихе ее стремительное движение в пищеварительном тракте термита, на самом деле, являются совсем не ее ресничками, а совершенно отдельными существами еще меньших размеров; существа эти — точнее, клетки — принадлежат к семейству так называемых спирохет, то есть микроорганизмов, имеющих форму извилистых подвижных жгутиков.

Патогенные виды спирохет вызывают сифилис, возвратный тиф и некоторые другие болезни, но в данном случае перед нами вполне безвредные представители этого семейства, и вся их жизненная цель состоит лишь в том, чтобы присоединиться к огромной (для них) миксотрихе и воспользоваться крохотной порцией тех питательных углеводородов, которые она производит с помощью своих ферментов. В свою очередь, эти спирохеты, на идеально равных интервалах покрывающие всю поверхность миксотрихи, как мы видели, помогают ей перемещаться в поисках еще непереваренной древесины.

Но и это не все. Тщательно оглядев все поле этой кипучей, неутомимой деятельности, идущей в пищеварительном тракте термита, мы увидим других ее участников. Поблизости от спирохет на поверхности миксотрихи располагаются какие-то овальные тельца, а между жгутиками самих спирохет суетится множество той же формы микросуществ тех же крохотных — в сравнении даже с миксотрихой — размеров. Все это — бактерии, тоже живущие в симбиозе, то есть во взаимном сотрудничестве с миксотрихой и спирохетами и поставляющие в «общий котел» часть тех ферментов, которые нужны для переработки целлюлозы в углеводороды и лигнин.

Льюис Томас завершает свой рассказ словами: «Вся эта симбиотическая экосистема, застрявшая в тупике эволюционного пути, представляет собой наглядную модель того, каким образом произошли наши клетки». Дальше он упоминает имя Линн Маргулис, и с этого места я могу уже сам подхватить нить рассказа и продолжить его в задуманном направлении.

Некоторые коллеги считают Линн Маргулис одним из крупнейших биологов нашего века. Другие с этим категорически не согласны и считают ее фанатиком сомнительных идей, провозглашаемых с раздражающим высокомерием и презрением к оппонентам. Сама Линн Маргулис, ныне профессор биологии Амхерстского университета, рассказывает о себе и своих идеях так: «Я занимаюсь эволюционной биологией, но объектом моих исследований являются одноклеточные и микроорганизмы. Такие биологи, как Ричард Доукинс, Джон Мэйнард Смит, Джордж Уильямс, Стивен Джей Гулд и многие другие, принадлежат к зоологам, исследователям животных, что, на мой взгляд, означает, что они изучают проблему, которая утратила свою актуальность примерно три миллиарда лет назад. Они занимаются организмами, которые возникли на Земле каких-нибудь 500 миллионов лет назад. Это примерно то же самое, что изучать историю человечества начиная только с 1800 года. Ведь жизнь на нашей планете существует уже почти четыре миллиарда лет! Вплоть до шестидесятых годов нашего века все исследователи систематически игнорировали этот фундаментальный факт эволюции по той простой причине, что в силу своего невежества не могли его объяснить.

На основании бесчисленных наблюдений и экспериментов известно, что эволюция основана на естественном отборе, выбирающем из всех разновидностей данного организма те, которые в результате мутаций приобрели некоторые способствующие выживанию свойства. Неизвестно только, откуда берутся эти полезные свойства. Этот вопрос до сих пор не имел достаточно ясного ответа. Я утверждаю, что важнейшими такими свойствами мы обязаны связям между организмами, тому явлению, которое русский исследователь Константин Мережковский когда-то назвал «симбиогенезом». Под симбиогенезом я понимаю включение генетического материала микроорганизмов в наследственные клетки растений или животных. Возникающие в результате новые генетические системы — гибриды бактериальной и растительной, или бактериальной и животной клеток — являются чем-то подлинно новым, принципиально отличающимся от исходных клеток, не содержавших материалы симбионта. Из таких «химер» постепенно складываются все более и более сложные биологические системы. Я не верю, что такие новые системы, новые биологические виды могут возникать на основе одних лишь случайных мутаций».

Симбиоз, говорит далее Линн Маргулис, — это физическое объединение различных организмов, их совместное проживание в одном и том же пространстве и времени. Но истинный симбиоз не имеет ничего общего с банальным его пониманием как «сотрудничества», основанного на одном лишь балансе выгод и затрат. Нельзя уподоблять биологический симбиоз простому взаимовыгодному сотрудничеству людей или компаний. Такой «экономический» подход пригоден только для объяснения и понимания современных симбиотических систем, которые, как правило, представляют собой систему нескольких механически cосуществующих организмов, застрявшую на полпути эволюции и уже не развивающуюся далее.

Истинный симбиоз, говорит Линн Маргулис, состоит в том, что в результате длительного сосуществования он всегда приводил к органическому «слиянию» разнородных организмов в некое новое целое и в этом смысле всегда являлся, по утверждению Маргулис, главным фактором эволюционного обновления.

Этот взгляд на симбиоз может показаться — и многим биологам действительно кажется — крайним. Сама Маргулис пришла к нему на основании нескольких биологических фактов. Маргулис обратила внимание на то, что у простейшего организма Парамеция аурелия существует так называемый ген-«убийца», передача которого по наследству происходит по иным правилам, нежели передача по наследству хромосомных генов. Оказалось, что этот ген содержится не в клеточном ядре Парамеции, а в ее цитоплазме, окружающей это ядро. У простейших уже обнаружено довольно много таких цитоплазменных генов. Не так давно два американских исследователя, Давид Лак и Джон Холл, заявили, что нашли их даже в клетках довольно сложных водорослей. Все эти факты побудили некоторых ученых выдвинуть осторожные догадки, согласно которым эти внеядерные гены являются остаточным генетическим материалом каких-то вирусов или бактерий, случайно попавших в клетку и «застрявших» в ней. Маргулис отбросила всякую осторожность и выдвинула радикально смелую гипотезу, утверждающую, что все такие «гены» являются в действительности частью отдельных (и весьма древних) живых организмов, по сей день живущих внутри клеток более высокой сложности в симбиотическом сосуществовании с ними.

В 1966 году она написала статью, в которой излагались эти представления. В ней утверждалось, что сложные клетки возникли из более простых путем симбиоза и объединения их вещества и генетического материала, то есть путем симбиогенеза. Статья была отвергнута пятнадцатью научными журналами как «не подходящая для публикации», прежде чем ее принял «Журнал теоретической биологии». Маргулис получила 800 (!) запросов от специалистов-биологов, заинтересовавшихся ее идеями, но на факультете биологии Бостонского университета, где она тогда числилась ассистенткой, ее успех был воспринят весьма нервно. Десять лет спустя, когда у нее накопилось так много нового материала, что статья разрослась в книгу, она предложила рукопись в издательство «Академик пресс» и столкнулась с очередным отказом. Потребовалось еще четыре года, прежде чем книгу («Происхождение эукариотных клеток») решились опубликовать в издательстве Йельского университета. В последующие годы она выдержала еще три издания и сегодня считается классическим текстом. Прошло тридцать с лишним лет, но гипотеза симбиогенеза, выдвинутая и развитая Линн Маргулис, получила если не всеобщее, то во всяком случае весьма широкое признание.

**Открытия, подтверждающие теорию Геи**

В основном это произошло благодаря новым открытиям, подтвердившим ее правоту. Прежде всего, здесь надо отметить исследования так называемых хлоропластов в растительных клетках и митохондрий — в клетках животных. Эти внехромосомные гены тоже передаются от клетки к ее потомкам по особым правилам, которые во многом отличаются от правил передачи ядерных, или хромосомных генов. Так, гены митохондрий в сложных организмах (например, у человека) передаются лишь по материнской линии. (И именно поэтому общий предок современных людей, обнаруженный благодаря сходству их митохондриальных генов, получил название «митохондриальной Евы».)

Главная особенность этих двух органелл, если не считать наличия у них собственных генов, состоит в том, что они выполняют важнейшие для жизнедеятельности клетки функции. Хлоропласты с их хлорофиллом осуществляют процесс фотосинтеза, столь характерный для растительных клеток и снабжающий их органическими материалами для роста. Митохондрии, имеющие в своих мембранах молекулы ферменты АТФ-синтеза, осуществляют процесс создания молекул АТФ, которые являются аккумуляторами химической энергии для клетки в целом, позволяя ей, в частности, двигаться в поисках пищи намного энергичнее, чем способны двигаться простейшие, лишенные митохондрий.

Эти особенности убедительно говорят о том, что эукариотные клетки в целом имеют как минимум две генетические родословные, ведут начало по меньшей мере от двух родителей. Миллиарды лет назад эти органеллы были отдельными живыми простейшими организмами. Затем на каком-то этапе эволюции они соединили свою судьбу с судьбой каких-то других таких же простейших клеток, вступив с ними в тесный симбиоз, и в результате миллионолетий такого симбиоза образовали вместе с ними нынешние эукариоты. Не исключено, что даже главная отличительная характеристика этих эукариотов — наличие клеточного ядра с его мембраной, отделяющей это ядро от окружающей цитоплазмы с ее органеллами, — тоже возникло благодаря симбиозу или вследствие него: появление мембраны могло быть эволюционным шагом, предназначенным для защиты «своего» генетического материала от генов «симбионта».

«Почти миллиард лет подряд, — пишет Маргулис, — единственными существующими на Земле формами жизни были так называемые прокариоты — простейшие одноклеточные организмы, вроде бактерий и сине-зеленых водорослей, лишенные ядра. Они и сегодня являются господствующими формами жизни на нашей планете — потому, что их чудовищно много. Однако сами по себе, взятые по отдельности они не очень интересны и не очень сложны. Весь этот первый миллиард лет они просуществовали без изменений. Подлинная эволюция началась с появления эукариотов. И этот решающий шаг эволюции был вызван как раз симбиозом прокариотов различного типа».

Сегодня, благодаря работам Маргулис, мы достаточно знаем, как это произошло. Замечательным доказательством верности всех этих представлений является выявленная недавно структура хлоропластовой мембраны в одном из видов растительных клеток: эта мембрана оказалась не двухслойной, как все обычные клеточные мембраны, а четырехслойной, как и следовало ожидать для двухслойной мембраны бывшей бактерии, окутанной двухслойной же мембраной клетки, некогда «проглотившей» эту бактерию.

Сегодня уже трудно воспроизвести первые этапы этой симбиотической эволюции, но они, несомненно, были исполнены настоящего драматизма. Одни бактерии вторгались в цитоплазму других, неся на своем пути опустошения, болезни и зачастую гибель клеток-хозяев. Сосуществование жертвы и агрессора напоминало на первых порах скорее борьбу не на жизнь, а на смерть. Лишь те немногие организмы, которые по счастливой случайности выжили в ходе этой войны, ухитрились дать начало истинным симбионтам — клеткам-гибридам, внутри которых теперь уже мирно сосуществовали бок о бок уставшие от многомиллионолетних склок бывшие враги.

Симбиогенез, таким образом, на первых своих этапах больше походил на вторжение в любой организм чужеродных патогенов. Он и был таким вторжением, только со сверхблагополучным исходом.

Некоторые биологи убеждены, что в клетках нашего организма дремлют древние вирусы, укрывшиеся там от бурь и перипетий предшествующей борьбы с этими же клетками. Может быть, генетический материал таких вирусов стал частью наших ДНК. Может быть, поразительная способность так называемых ретровирусов (вроде вируса СПИДа) встраивать свои гены в наши ДНК — это остаток некогда существовавшего и нарушенного симбиоза.

«Негативный симбиоз» с патогенами знает и не такие чудеса. С начала девяностых годов, когда стала развиваться техника микровидеосъемки процессов взаимодействия клеток с вторгшимися в них микробами и бактериями, многие детали этих процессов стали воочию зримыми, и эти детали вынудили специалистов прийти к выводу, что «для танго требуются двое», или, как сформулировала это на профессиональном языке доктор Джулия Теорио из Института биомедицинских исследований в Кембридже, «практически во всех случаях такого инфекционного вторжения ущерб, причиняемый им организму, является в определенной мере также и «виной» самого организма: ущерб вызывает не только сам патоген, но и спровоцированная им ошибочная реакция клетки на его вторжение».

Сегодня можно различить несколько уровней такой «невольной», если угодно — симбиотической, «помощи», которую клетка оказывает агрессору. На самом простом уровне это демонстрируют, например, стафилококки. Некоторые их виды выделяются под полезные для клетки вещества, и она «распахивает» перед ними свои рецепторы. В более изощренных случаях такого «негативного симбиоза» на рецепторы «усаживается» сам патоген — так поступает холерный вибрион, используя эту удобную позицию, чтобы выделить в клетку свои токсины. В еще более коварных случаях «сотрудничества» происходят подлинные чудеса симбиоза. Простейшая кишечная палочка, эшерихия коли, вызывающая уже упомянутую диарею (иногда даже смертельную), демонстрирует одно из таких чудес. Сначала она обманом понуждает клетку кишечника сбросить наружные волосинки, чтобы бактерии было легче усесться на ее поверхность.

А после этого она провоцирует ту же несчастную создать для нее выпячивание в мембране, своего рода «пьедестал», находясь на котором бактерия оказывается недоступной для клеточных средств защиты.

Однако наивысшую степень интимной близости демонстрируют, конечно, те патогены, которые проникают внутрь клетки. Оказывается, это умеет не только пресловутый вирус СПИДа. Такой способностью наделены очень многие обычные бактерии-патогены. Они реализуют ее посредством посылки особого химического сигнала о своем присутствии, который играет роль своеобразного троянского коня — в ответ на этот сигнал клетка выпячивает свою мембрану в сторону приблизившейся бактерии, обволакивает ее и втягивает в себя. Оказавшись внутри клетки, бактерия тотчас секретирует свои ферменты, которые продырявливают клеточную мембрану и позволяют бактерии войти в цитоплазму, где она зачастую становится постоянным «гостем», образовав вокруг себя защитную вакуоль. Во многих случаях такие бактерии используют эту вакуоль как средство перехода к новому этапу инфекции. Они начинают напрямую переходить из клетки в клетку, минуя таким образом защитные системы организма.

Может быть, те далекие начальные этапы древнего симбиогенеза, которые привели в конечном счете к возникновению первых эукариотов, тоже выглядели изнурительными битвами, в которых противники-симбионты прибегали к таким изощренным военным хитростям, бесконечно меняя свою стратегию и пользуясь невольными услугами друг друга. Кто знает… Можно лишь сказать, что невидимые чудеса симбиоза, как плодотворного, так и негативного, поистине окружают нас со всех сторон и составляют одну из непременных основ жизни — а возможно, какую-то универсальную суть. Как сказал тот же Льюис Томас, с рассказа которого о миксотрихе я начал эту статью, «быть может, поняв эту суть, эту подстилающую жизнь тенденцию к объединению и кооперации клеток, которая в конечном счете породила розы, дельфинов и нас самих, мы поняли бы, что та же самая тенденция побуждает организмы объединяться в коллективы, коллективы организмов — в экологические системы, а все эти системы — в единую биосферу. И тогда все наши защитные иммунные реакции и рефлекторные ответы на агрессию «чужого» оказались бы лишь средствами регулировки и модуляции этого великого и всеобщего процесса симбиоза, предназначенными не для полного его прекращения, а только для того, чтобы он не вышел из-под контроля».

Развивая эту точку зрения, мы рано или поздно придем к той величественной картине биосферы, которая некогда воодушевляла Вернадского, а сегодня кульминировала в так называемой гипотезе Геи, развиваемой Джеймсом Лавлоком, который утверждает, что симбиоз (понятый в самом широком смысле — как самоорганизация на основе кооперации и взаимодействия) существует не только на уровне телесных клеток и бактерий, но и на уровне таких сложных систем, как атмосфера, почва и даже наша Земля в целом. Гипотеза Геи говорит, что даже такие планетарные параметры, как, например, температура и химический состав атмосферы, являются результатом совместной деятельности всех живых организмов планеты. Лавлок, в сущности, утверждает, что вся Земля представляет собой единый огромный организм. Точнее было бы называть ее единой экологической системой, которая состоит из огромного числа симбиотически взаимодействующих меньших экосистем и благодаря этому способна в большой мере сама «залечивать» свои раны и регулировать свои отклонения от равновесия.

Древние греки называли Геей богиню Земли. Гипотеза Геи, будь она верна, была бы высшим, предельным чудом симбиоза — разве что вслед за американским астрономом Лео Смолиным признать «живой» всю Вселенную. Эта гипотеза обсуждается очень широко, но принимается очень немногими. Льюис Томас и Линн Маргулис принадлежат к этому воодушевленному грандиозным видением меньшинству.

**Список литературы**

1. Вернадский В.И. “Научная мысль как планетное явление”, М. – 1989г.
2. Вернадский В.И. “Начало и вечность жизни”, М.– 1989г.
3. Жизнь и Земля составляют единый сверхорганизм http://kokshetau.online.kz/ ot/black.htm
4. Четыре измерения глубинной экологии. http://baltchild.org.ru/rus/mater/ dpecol.htm